

①9 RÉPUBLIQUE FRANÇAISE  
INSTITUT NATIONAL  
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE  
PARIS

①1 N° de publication :  
(à n'utiliser que pour les  
commandes de reproduction)

2 811 752

②1 N° d'enregistrement national : 00 09183

⑤1 Int Cl<sup>7</sup> : G 01 F 22/02, G 01 F 23/14, F 17 C 13/02, B 65 D 90/48

⑫ DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②2 Date de dépôt : 13.07.00.

③0 Priorité :

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 18.01.02 Bulletin 02/03.

⑤6 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥0 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

⑦1 Demandeur(s) : PROFROID Société anonyme — FR.

⑦2 Inventeur(s) : HERMITTE ERIC et GAL STEPHANE.

⑦3 Titulaire(s) :

⑦4 Mandataire(s) : RINUY SANTARELLI.

⑤4 PROCÉDE ET DISPOSITIF DE MESURE DU VOLUME D'UN LIQUIDE.

⑤7 Un procédé pour la détermination de la quantité du fluide contenu dans un réservoir, caractérisé en ce que

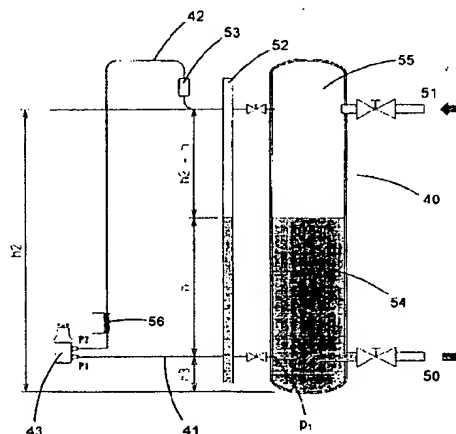
a) on mesure la pression interne au réservoir,  $P_1$  vers le bas du réservoir, et  $P_2$  vers le haut du réservoir et au-dessus de la surface du fluide, à des emplacements choisis de telle sorte que le réservoir ait une géométrie régulière entre ces deux emplacements,

b) on calcule le différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$ ,

c) on détermine la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$ .

d) on en déduit le volume du fluide contenu dans le réservoir d'après la géométrie de ce dernier

e) on procède à l'affichage du volume, de la hauteur ou de la masse du fluide contenu dans le réservoir et installation pour sa mise en oeuvre.



FR 2 811 752 - A1



5                   La présente invention concerne un procédé et un dispositif de mesure du volume d'un liquide, notamment frigorigène.

                  La détermination de la quantité du fluide contenu dans une enceinte totalement close telle qu'un réservoir pose des problèmes particuliers. Dans la plupart des cas, le réservoir est opaque, en particulier réalisé en métal et il n'est  
10       donc pas possible de voir son contenu.

                  En outre, il est souhaitable de visualiser la quantité contenue, de préférence de manière numérique. Par ailleurs, il serait encore mieux de pouvoir transmettre les données de remplissage à distance et de prévoir des moyens d'alerte au cas où la quantité de fluide deviendrait inférieure à une valeur seuil.

15                  On connaît déjà par exemple des jauges fondées sur l'utilisation d'un flotteur ou sur la mesure de la résistance d'un fluide entre deux plaques d'électrodes.

                  Mais ces dispositifs ne conviennent pas en particulier pour la mesure de la quantité d'un fluide frigorigène ou plus généralement de la quantité d'un liquide dans un réservoir clos et sous pression. En effet, la conception et la configuration des  
20       réservoirs ne permet pas un montage aisé d'un système à flotteur. D'autre part, l'utilisation sur des liquides non purs contenant par exemple un résiduel d'huile de lubrification ou même de l'humidité empêche la mesure par résistivité.

                  Il serait donc souhaitable de disposer d'un procédé et d'un dispositif pouvant être facilement mis en œuvre sur le système et permettant une mesure  
25       notamment en continu de la quantité d'un liquide sous pression, pouvant ne pas être pur.

                  Or après de longues recherches la demanderesse a mis au point un procédé et un dispositif de mesure du volume d'un liquide, notamment frigorigène donnant satisfaction aux exigences ci-dessus.

30                  C'est pourquoi la présente demande a pour objet un procédé pour la

détermination de la quantité du fluide contenu dans un réservoir, caractérisé en ce que

- a) on mesure la pression interne au réservoir,  $P_1$  vers le bas du réservoir, et  $P_2$  vers le haut du réservoir et au-dessus de la surface du fluide, à des emplacements  
5 choisis de telle sorte que le réservoir ait une géométrie régulière entre ces deux emplacements,
- b) on calcule le différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$ ,
- c) on détermine la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$ ,
- d) on en déduit le volume du fluide contenu dans le réservoir d'après la géométrie  
10 de ce dernier
- e) on procède à l'affichage du volume, de la hauteur ou de la masse du fluide contenu dans le réservoir.

Le fluide peut être par exemple un fluide monophasique ou diphasique et tout particulièrement un fluide frigorigène tel que des fréons,  
15 hydrochlorofluorocarbures ou HCFC (R22, FX10, FX56, FX57 ...), hydrofluorocarbures ou HFC (R 23, R125, R134a, R404A, FX70, R507, R407A, R407B, R407C ...) ou éventuellement une huile telle que minérale, alkylbenzène, polyalphaoléine ou ester.

Le réservoir sera de préférence un réservoir métallique, pouvant être  
20 horizontal mais avantageusement vertical. Sa forme sera notamment généralement cylindrique avec des extrémités bombées.

La pression interne au réservoir est de préférence mesurée en mettant en œuvre des piquages reliant en communication de fluide l'intérieur du réservoir avec un capteur de pression, par exemple par l'intermédiaire de tubes flexibles ou  
25 non.

Si on peut utiliser deux capteurs séparés de pression, dans des conditions préférentielles de mise en œuvre du procédé, on utilise un capteur différentiel. Celui-ci est avantageusement du type possédant une cellule de mesure dont les signaux sont amplifiés, calibrés et mis à disposition sous forme d'une sortie  
30 de courant. On utilisera avantageusement un capteur capable de supporter des

pressions d'au moins 25 bars, notamment 30 bars et plus particulièrement 35 bars sur chacune de ses prises. Il sera également capable de supporter un différentiel de pression d'au moins 200 mbars et notamment au moins 300 mbars.

Le premier piquage  $p_1$  prévu vers le fond du réservoir permet d'obtenir  
5 la pression  $P_1$ . Le second piquage  $p_2$  est prévu vers le haut du réservoir, au-dessus de la surface du fluide et permet d'obtenir la pression  $P_2$ .

Lorsque le réservoir a une géométrie régulière entre ces deux emplacements, le calcul du paramétrage du volume et donc de la quantité de fluide est facilité.

10 Dans des conditions préférentielles de mise en œuvre de l'invention, on détermine la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$  à partir de la nature du fluide et en mesurant sa température. C'est pourquoi le procédé selon l'invention met avantageusement en œuvre en outre une sonde de température pour mesurer la température du fluide.

15 Dans la présente demande et dans ce qui suit, le terme «sonde» désigne tout dispositif permettant de déterminer la température du fluide, notamment en la transformant en signaux électriques.

On déduit du différentiel de pression entre  $P_1$  et  $P_2$  et de la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$ , le volume du fluide  
20 contenu dans le réservoir d'après la géométrie de ce dernier. Un calculateur tel qu'un automate industriel ou tout autre système à base d'un microprocesseur ou d'un microcontrôleur pourra être utilisé pour le calcul de la quantité de liquide dans le réservoir. Il réalisera avantageusement une acquisition analogique avec une résolution de préférence d'au moins 10 bits (1024 points).

25 Un terminal de dialogue sera avantageusement utilisé en combinaison avec le calculateur.

Celui-ci pourra permettre d'alimenter le calculateur avec les paramètres de l'installation notamment le type de liquide contenu dans le réservoir, les paramètres géométrique du réservoir (par exemple hauteur et diamètre d'un  
30 réservoir vertical cylindrique).

Il pourra aussi permettre d'afficher le volume, le poids et la hauteur du fluide dans le réservoir. Chacune de ces valeurs pourra être affichée seule ou en même temps qu'une ou les deux autres valeurs.

Ce terminal de dialogue pourra être à affichage graphique ou à  
5 cristaux liquides, avec ou sans touches alpha-numériques. Il sera en communication avec le calculateur par tout protocole de communication adapté, par exemple UnitelWay, ModBus/Jbus ou ProfiBus.

Le calculateur, une fois alimenté avec les paramètres relatifs au fluide et à la géométrie du réservoir, peut déterminer, en fonction de la température du  
10 fluide, la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$ . Il peut être paramétré en usine ou pour plus de souplesse par l'intermédiaire du terminal de dialogue.

On donne ci-après un exemple de calcul de hauteur, volume et poids de fluide dans le cas d'un réservoir cylindrique vertical.

15 La pression au niveau du piquage inférieur est donnée par la formule :

$$P_1 = P_H + \rho_1 \times g \times h$$

dans laquelle  $P_1$  représente la pression statique au niveau du piquage inférieur,  $P_H$  représente la pression statique au-dessus du niveau du liquide,  $h$  représente la  
20 hauteur de fluide au-dessus du piquage inférieur et  $g = 9,81 \text{ m.s}^{-2}$  désigne l'accélération de la pesanteur.

La pression au-dessus du liquide est donnée par la formule :

$$P_H = \rho_2 \times g \times (h_2 - h) + P_3$$

dans laquelle  $h_2$  représente la hauteur entre le piquage supérieur et le fond du  
25 réservoir, et  $P_3$  représente la pression exercée sur le fond de la cuve par le fluide à l'état liquide présent dans le fond du réservoir sous le piquage inférieur.

La pression au niveau du piquage supérieur est donnée par la formule :

$$P_2 = \rho_2 \times g \times h_2 + P_3$$

30 La pression différentielle entre  $P_1$  et  $P_2$  mesurée par le capteur est

donnée par la formule :

$$P_1 - P_2 = [\rho_2 \times g \times (h_2 - h) + P_3 + \rho_1 \times g \times h] - (\rho_2 \times g \times h_2 + P_3)$$

que l'on peut simplifier en :

$$P_1 - P_2 = g \times h \times (\rho_1 - \rho_2)$$

- 5 Le calculateur peut en déduire la hauteur du fluide à l'état liquide donnée par la formule

$$h = \frac{P_1 - P_2}{g (\rho_1 - \rho_2)}$$

10

Il peut également en déduire le volume du fluide à l'état liquide donné par la formule

$$15 \quad V = h \times \frac{\pi \times D^2}{4} + V_f$$

dans laquelle  $V_f$  représente le volume du fluide entre le piquage inférieur et le fond du réservoir et  $D$  représente le diamètre du réservoir.

- 20 et sa masse donnée par la formule

$$\text{masse} = V \times \rho_1$$

La présente invention a également pour objet une installation en circuit fermé comprenant un réservoir pour un fluide mettant en œuvre le procédé ci-dessus, caractérisé en ce qu'elle comprend

- 25 - un réservoir doté de moyens de mesure de la pression interne au réservoir,  $P_1$  vers le bas du réservoir, et de moyens de mesure de la pression  $P_2$  vers le haut du réservoir au-dessus de la surface du fluide, à des emplacements choisis de telle sorte que le réservoir ait une géométrie régulière entre ces deux emplacements
- 30 - des moyens de mesure du différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$
- un calculateur
  - une table indiquant le volume du fond du réservoir sous l'emplacement de

- mesure de la pression  $P_1$  vers le bas du réservoir, les paramètres géométriques du réservoir tels que le diamètre d'un réservoir cylindrique, le type de fluide contenu dans le réservoir ainsi qu'une table de saturation de ce fluide permettant la conversion pressions / températures et contenant les masses volumiques du fluide à l'état liquide et à l'état vapeur en fonction de la température.
- 5
- une sonde pour mesurer la température du fluide.
  - un terminal de dialogue pour donner la valeur (volume, hauteur, masse du fluide contenu dans le réservoir) demandée.

Les conditions préférentielles de mise en œuvre du procédé ci-dessus

10 décrites s'appliquent également aux autres objets de l'invention visés ci-dessus.

L'installation en circuit fermé peut être par exemple un procédé industriel, un réseau hydraulique, ou de préférence une installation frigorifique.

Dans des conditions préférentielles de mise en œuvre de l'invention, on utilise pour la mesure du différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$  un capteur différentiel de pression,

15 notamment du type ci-dessus.

Dans d'autres conditions préférentielles de mise en œuvre de l'invention, le capteur différentiel de pression est installé à la hauteur du piquage installé sur le réservoir à l'emplacement prévu pour la mesure de  $P_1$  c'est-à-dire du piquage inférieur, ce qui permet d'éviter les erreurs de mesure.

20 Dans encore d'autres conditions préférentielles de mise en œuvre de l'invention, le capteur différentiel de pression est relié au piquage installé sur le réservoir à l'emplacement prévu pour la mesure de  $P_2$  par une canalisation munie d'un moyen de chauffage de la canalisation prévu à proximité du capteur différentiel ou une canalisation plaquée contre le réservoir. En effet, dans le cas d'un fluide

25 frigorigène, l'entrée du fluide gazeux dans le capteur différentiel est susceptible de provoquer sa condensation à cause de la différence de température entre le réservoir contenant le liquide et la canalisation d'alimentation du capteur (liaison rigide ou par flexible). De tels systèmes permettent d'éviter la condensation du fluide frigorigène au niveau du capteur différentiel.

30 Dans toujours d'autres conditions préférentielles de mise en œuvre de

l'invention, le réservoir est cylindrique, installé verticalement et est jumelé en communication de fluide à un tube cylindrique sensiblement de même hauteur installé lui aussi verticalement comme illustré ci-après dans les figures. La sonde pour mesurer la température du fluide est alors avantageusement installée sur le  
5 tube cylindrique .

Dans encore d'autres conditions préférentielles de mise en œuvre de l'invention, l'installation ci-dessus est munie d'une liaison de transfert de données à distance par exemple par modem pour transférer les données par exemple à un centre de maintenance ou à un centre de surveillance.

10 L'invention sera mieux comprise si l'on se réfère aux dessins annexés sur lesquels

- la figure 1 représente l'organigramme de calcul du volume, de la hauteur ou de la masse du fluide contenu dans un réservoir généralement cylindrique ;
- la figure 2 représente le schéma bloc d'une installation mettant en œuvre le  
15 procédé selon l'invention ;
- la figure 3 représente une vue schématique en élévation d'un dispositif selon l'invention.

Comme le montre la figure 1, conformément à un exemple de mise en œuvre du procédé suivant l'invention, au cours d'une étape 10, on procède à la  
20 saisie de paramètres de référence, par exemple par l'intermédiaire d'un terminal de dialogue décrit ci-après. Ces paramètres de référence comportent :

- le type ou la nature du fluide considéré,
- la hauteur et le diamètre, noté  $D$ , du réservoir,
- le volume  $V_f$  du fond du réservoir, qui aura été préalablement déterminé.

25 Ensuite, au cours d'une étape 12, on mesure la température du fluide dont on veut déterminer la quantité, par exemple au moyen d'une sonde de température décrite ci-après. A titre d'exemple non limitatif, cette sonde peut être du type PT 100. L'étape 12 pourra être effectuée à tout moment jugé approprié, préalablement à l'étape suivante 14, qui consiste à déterminer, pour cette  
30 température du fluide, les masses volumiques du fluide à l'état liquide et à l'état



gazeux, notées respectivement  $\rho_1$  et  $\rho_2$ .

Par ailleurs, au cours d'une étape 16, par exemple parallèlement à l'étape 12, on mesure le différentiel de pression  $P_1 - P_2$ , par exemple au moyen d'un capteur différentiel.

5                    Au cours d'une étape 18 de calcul, qui suit les étapes 14 et 16, on déduit des données précédentes la hauteur  $h$  du fluide contenu dans le réservoir, comme suit :

$$10 \quad h = \frac{P_1 - P_2}{g (\rho_1 - \rho_2)}$$

A l'étape suivante 20, on déduit de la hauteur  $h$  le volume  $V$  du fluide à l'état liquide contenu dans le réservoir, comme suit :

$$15 \quad V = h \times \frac{\pi \times D^2}{4} + V_f$$

L'étape suivante 22 consiste à calculer la masse  $M$  du fluide à l'état liquide, à partir de son volume  $V$  et de sa masse volumique  $\rho_1$ , comme suit :

$$20 \quad M = V \times \rho_1$$

L'obtention de l'une ou l'autre de la hauteur  $h$ , du volume  $V$  et de la masse  $M$  du fluide permettent, lors d'une étape 24, d'afficher tout ou partie de ces données, par exemple sur un écran à cristaux liquides.

25                    Sur la figure 2, le bloc 40 représente le réservoir de liquide relié en communication de fluide par les canalisations 41 et 42 au capteur différentiel de pression 43 qui délivre un signal électrique 44 au calculateur 45. Le calculateur intègre également les données électriques provenant de la sonde de température 46.

30                    Le calculateur 45 est relié par ailleurs à un terminal de dialogue 47 permettant de transmettre au calculateur les données nécessaires au calcul et

particulier la nature du fluide, les paramètres géométriques du réservoir (par exemple diamètre d'un réservoir cylindrique, volume du fond du réservoir,...) par un protocole 48 tel que ceux précédemment cités.

Le calculateur 45 est enfin muni si désiré d'une liaison par modem 49  
5 pour transférer les données par exemple à un centre de maintenance ou à un centre de surveillance.

Sur la figure 3, on distingue un réservoir cylindrique vertical 40 relié par des canalisations 41 et 42 aux embouts d'entrée d'un capteur différentiel de pression 43. Le capteur différentiel de pression est installé à la hauteur du piquage  
10  $p_1$  installé sur le réservoir à l'emplacement prévu pour la mesure de  $P_1$ . Le réservoir 40 est également relié par des canalisations utilisées pour la sortie 50 de fluide liquide et pour le retour 51 de fluide gazeux, au reste d'une installation frigorifique (condenseur, compresseur, évaporateur, détendeur).

Il est également relié à un tube 52 installé parallèlement sur toute sa  
15 hauteur. Ce tube 52 sert à amortir les fluctuations de niveau perturbant la mesure. Pour un réservoir de 2 m de haut et d'un diamètre de 0,5 m, le diamètre du tube pourra par exemple être de 28 mm.

Dans le cas d'une installation frigorifique, la canalisation 42 est avantageusement munie d'un piège à huile afin de piéger l'huile éventuellement  
20 mélangée au fluide frigorigène.

Le fluide à l'état liquide 54 se retrouve bien évidemment au fond du réservoir et est surmonté du fluide à l'état gazeux 55.

Enfin un système de chauffage 56 tel qu'une résistance chauffante est prévu sur la canalisation 42 à proximité de l'entrée dans le capteur différentiel  
25 43 pour éviter la condensation du fluide frigorigène au niveau du capteur différentiel.

**REVENDICATIONS**

1. Un procédé pour la détermination de la quantité du fluide contenu dans un réservoir, caractérisé en ce que
- 5 a) on mesure la pression interne au réservoir,  $P_1$  vers le bas du réservoir, et  $P_2$  vers le haut du réservoir et au-dessus de la surface du fluide, à des emplacements choisis de telle sorte que le réservoir ait une géométrie régulière entre ces deux emplacements,
- b) on calcule le différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$ ,
- 10 c) on détermine la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$ ,
- d) on en déduit le volume du fluide contenu dans le réservoir d'après la géométrie de ce dernier
- e) on procède à l'affichage du volume, de la hauteur ou de la masse du fluide contenu dans le réservoir.
- 15 2. Un procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce que l'on détermine la masse volumique du fluide à l'état liquide  $\rho_1$  et à l'état gazeux  $\rho_2$  à partir de la nature du fluide et en mesurant sa température.
3. Un procédé selon l'une des revendications 1 et 2, caractérisé en ce que l'on utilise un capteur différentiel de pression pour obtenir le différentiel entre  $P_1$
- 20 et  $P_2$ .
4. Une installation en circuit fermé comprenant un réservoir pour un fluide mettant en œuvre le procédé selon l'une des revendications 1 à 3, caractérisé en ce qu'elle comprend
- un réservoir doté de moyens de mesure de la pression interne au réservoir,  $P_1$  vers
- 25 le bas du réservoir, et de moyens de mesure de la pression  $P_2$  vers le haut du réservoir au-dessus de la surface du fluide, à des emplacements choisis de telle sorte que le réservoir ait une géométrie régulière entre ces deux emplacements
- des moyens de mesure du différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$
- un calculateur
- 30 - une table indiquant le volume du fond du réservoir sous l'emplacement de

mesure de la pression  $P_1$  vers le bas du réservoir, les paramètres géométriques du réservoir tels que le diamètre d'un réservoir cylindrique, le type de fluide contenu dans le réservoir, une table de saturation de ce fluide permettant la conversion pressions / températures et contenant les masses volumiques du fluide à l'état liquide et à l'état vapeur en fonction de la température.

5

- une sonde pour mesurer la température du fluide
- un terminal de dialogue pour donner la valeur (volume, hauteur, masse du fluide contenu dans le réservoir) demandée.

5. Une installation selon la revendication 4, caractérisée en ce que les moyens de mesure du différentiel entre  $P_1$  et  $P_2$  utilisent un capteur différentiel de pression.

6. Une installation selon la revendication 5, caractérisée en ce que le capteur différentiel de pression est installé à la hauteur d'un piquage installé sur le réservoir à l'emplacement prévu pour la mesure de  $P_1$ .

7. Une installation selon la revendication 5 ou 6, caractérisée en ce que le capteur différentiel de pression est relié au piquage installé sur le réservoir à l'emplacement prévu pour la mesure de  $P_2$  par une canalisation munie d'un moyen de chauffage de la canalisation à proximité du capteur différentiel ou plaquée contre le réservoir.

8. Une installation selon l'une des revendications 4 à 7, caractérisée en ce que le réservoir est cylindrique, installé verticalement et est jumelé en communication de fluide à un tube cylindrique sensiblement de même hauteur installé lui aussi verticalement, et sur lequel est installée la sonde pour mesurer la température du fluide.

25

1/3

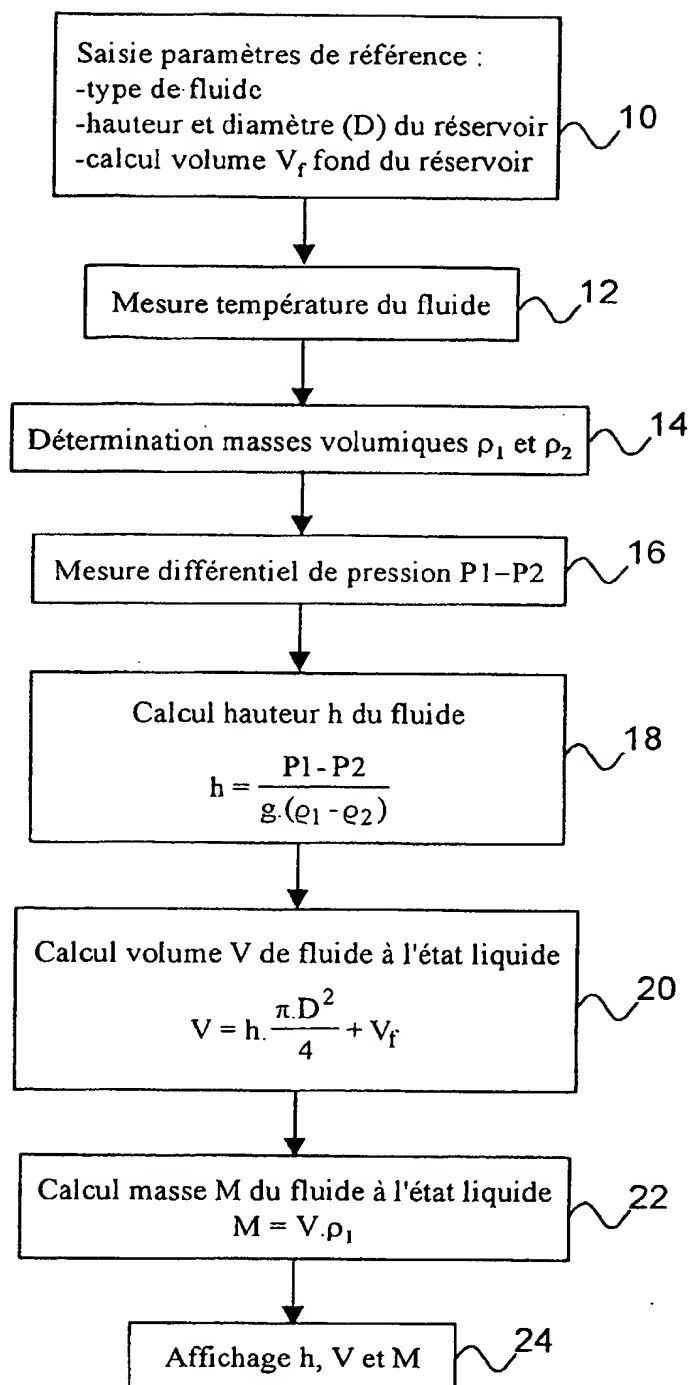


FIG. 1

2/3

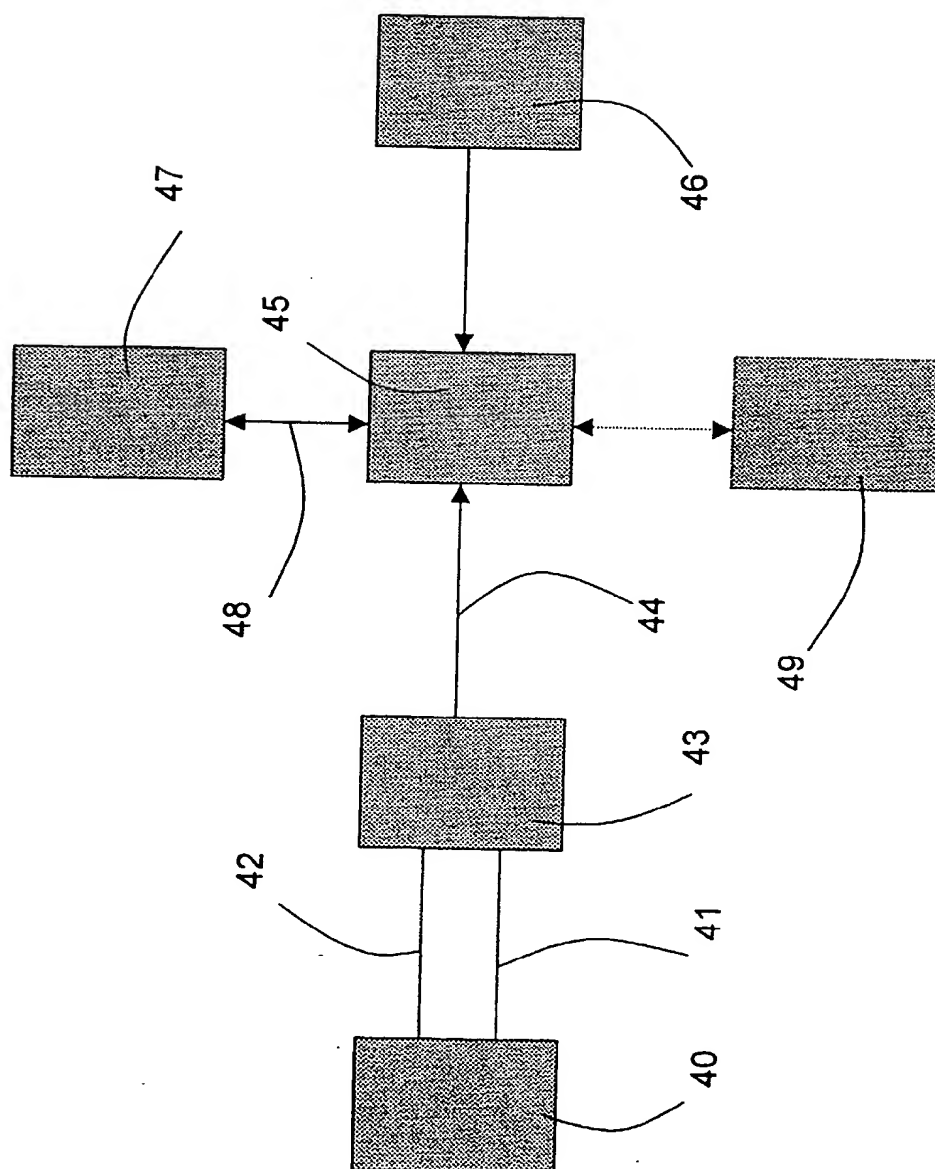


FIG. 2

3/3

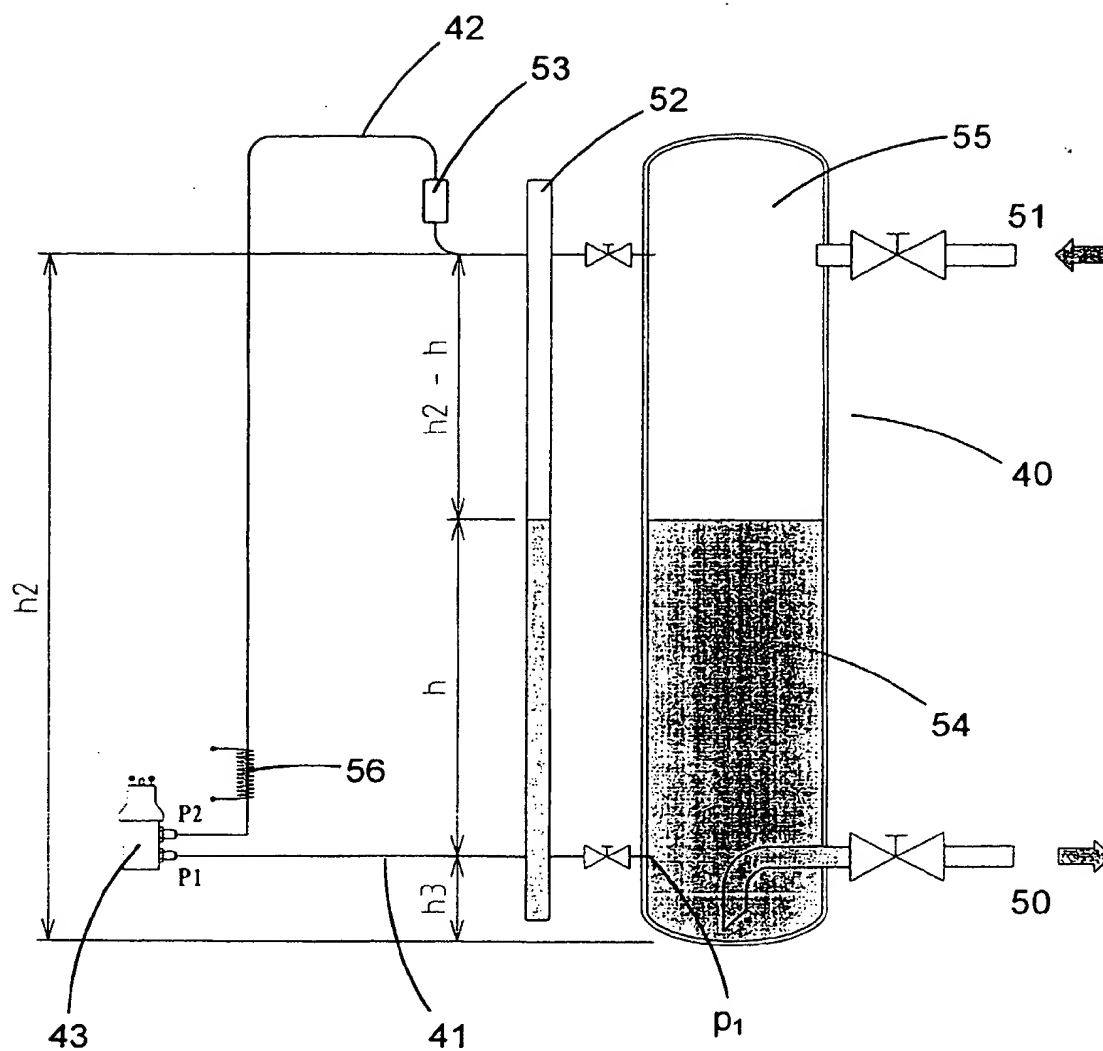


FIG. 3



# **RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE**

établi sur la base des dernières revendications  
déposées avant le commencement de la recherche

2811752

N° d'enregistrement  
nationalFA 589481  
FR 0009183

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	DE 197 14 168 A (ROSSENDORF FORSCHZENT) 8 octobre 1998 (1998-10-08) * colonne 3 - colonne 5; figures 1-3 *	1	G01F22/02 G01F23/14 F17C13/02 B65D90/48
Y	-----	2-5	
Y	US 4 765 945 A (WALLESE ALBIN) 23 août 1988 (1988-08-23) * abrégé; revendication 1; figure 1 *	2	
Y	FR 2 554 230 A (AIR LIQUIDE) 3 mai 1985 (1985-05-03) * abrégé; figure 1 * * page 2 - page 4 *	3-5	
A	US 4 782 451 A (MAZZARELLA RICHARD B ET AL) 1 novembre 1988 (1988-11-01) * colonne 3, ligne 21 - ligne 23; figure 1 * -----	4	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			G01F
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
23 février 2001		Vorropoulos, G	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS		T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons ..... & : membre de la même famille, document correspondant	
X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire			

1

EPO FORM 1503 12-99 (P04C14)